

PCT/PT Rec 2 MAR 2001

From the INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

**PCT**

To:

INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE  
1 & 4, Avenue de Bois-Préau  
F-92852 Rueil Malmaison Cedex  
FRANCE

**ORIGINAL**

13 SEP. 2000

DÉPARTEMENT BREVETS

NOTIFICATION OF TRANSMITTAL OF  
THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
OR THE DECLARATION

(PCT Rule 44.1)

Date of mailing  
(day/month/year)

13/09/2000

Applicant's or agent's file reference

4530/JC

**FOR FURTHER ACTION**

See paragraphs 1 and 4 below

International application No.

PCT/FR 00/01853

International filing date  
(day/month/year)

30/06/2000

Applicant

INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE

1. ☒ The applicant is hereby notified that the International Search Report has been established and is transmitted herewith.

**Filing of amendments and statement under Article 19:**

The applicant is entitled, if he so wishes, to amend the claims of the International Application (see Rule 46):

**When?** The time limit for filing such amendments is normally 2 months from the date of transmittal of the International Search Report; however, for more details, see the notes on the accompanying sheet.

**Where?** Directly to the International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland  
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

**For more detailed instructions,** see the notes on the accompanying sheet.

2. ☐ The applicant is hereby notified that no International Search Report will be established and that the declaration under Article 17(2)(a) to that effect is transmitted herewith.

3. ☐ **With regard to the protest** against payment of (an) additional fee(s) under Rule 40.2, the applicant is notified that:

☐ the protest together with the decision thereon has been transmitted to the International Bureau together with the applicant's request to forward the texts of both the protest and the decision thereon to the designated Offices.

☐ no decision has been made yet on the protest; the applicant will be notified as soon as a decision is made.

4. **Further action(s):** The applicant is reminded of the following:

Shortly after **18 months** from the priority date, the international application will be published by the International Bureau. If the applicant wishes to avoid or postpone publication, a notice of withdrawal of the international application, or of the priority claim, must reach the International Bureau as provided in Rules 90bis.1 and 90bis.3, respectively, before the completion of the technical preparations for international publication.

Within **19 months** from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed if the applicant wishes to postpone the entry into the national phase until 30 months from the priority date (in some Offices even later).

Within **20 months** from the priority date, the applicant must perform the prescribed acts for entry into the national phase before all designated Offices which have not been elected in the demand or in a later election within 19 months from the priority date or could not be elected because they are not bound by Chapter II.

Name and mailing address of the International Searching Authority



European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacobus Constant

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

These Notes are intended to give the basic instructions concerning the filing of amendments under article 19. The Notes are based on the requirements of the Patent Cooperation Treaty, the Regulations and the Administrative Instructions under that Treaty. In case of discrepancy between these Notes and those requirements, the latter are applicable. For more detailed information, see also the PCT Applicant's Guide, a publication of WIPO.

In these Notes, "Article", "Rule", and "Section" refer to the provisions of the PCT, the PCT Regulations and the PCT Administrative Instructions respectively.

## INSTRUCTIONS CONCERNING AMENDMENTS UNDER ARTICLE 19

The applicant has, after having received the international search report, one opportunity to amend the claims of the international application. It should however be emphasized that, since all parts of the international application (claims, description and drawings) may be amended during the international preliminary examination procedure, there is usually no need to file amendments of the claims under Article 19 except where, e.g. the applicant wants the latter to be published for the purposes of provisional protection or has another reason for amending the claims before international publication. Furthermore, it should be emphasized that provisional protection is available in some States only.

### What parts of the international application may be amended?

Under Article 19, only the claims may be amended.

During the international phase, the claims may also be amended (or further amended) under Article 34 before the International Preliminary Examining Authority. The description and drawings may only be amended under Article 34 before the International Examining Authority.

Upon entry into the national phase, all parts of the international application may be amended under Article 28 or, where applicable, Article 41.

### When?

Within 2 months from the date of transmittal of the international search report or 16 months from the priority date, whichever time limit expires later. It should be noted, however, that the amendments will be considered as having been received on time if they are received by the International Bureau after the expiration of the applicable time limit but before the completion of the technical preparations for international publication (Rule 46.1).

### Where not to file the amendments?

The amendments may only be filed with the International Bureau and not with the receiving Office or the International Searching Authority (Rule 46.2).

Where a demand for international preliminary examination has been/is filed, see below.

### How?

Either by cancelling one or more entire claims, by adding one or more new claims or by amending the text of one or more of the claims as filed.

A replacement sheet must be submitted for each sheet of the claims which, on account of an amendment or amendments, differs from the sheet originally filed.

All the claims appearing on a replacement sheet must be numbered in Arabic numerals. Where a claim is cancelled, no renumbering of the other claims is required. In all cases where claims are renumbered, they must be renumbered consecutively (Administrative Instructions, Section 205(b)).

The amendments must be made in the language in which the international application is to be published.

### What documents must/may accompany the amendments?

#### Letter (Section 205(b)):

The amendments must be submitted with a letter.

The letter will not be published with the international application and the amended claims. It should not be confused with the "Statement under Article 19(1)" (see below, under "Statement under Article 19(1)").

The letter must be in English or French, at the choice of the applicant. However, if the language of the international application is English, the letter must be in English; if the language of the international application is French, the letter must be in French.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## NOTES TO FORM PCT/ISA/220 (continued)

The letter must indicate the differences between the claims as filed and the claims as amended. It must, in particular, indicate, in connection with each claim appearing in the international application (it being understood that identical indications concerning several claims may be grouped), whether

- (i) the claim is unchanged;
- (ii) the claim is cancelled;
- (iii) the claim is new;
- (iv) the claim replaces one or more claims as filed;
- (v) the claim is the result of the division of a claim as filed.

The following examples illustrate the manner in which amendments must be explained in the accompanying letter:

1. [Where originally there were 48 claims and after amendment of some claims there are 51]:  
"Claims 1 to 29, 31, 32, 34, 35, 37 to 48 replaced by amended claims bearing the same numbers; claims 30, 33 and 36 unchanged; new claims 49 to 51 added."
2. [Where originally there were 15 claims and after amendment of all claims there are 11]:  
"Claims 1 to 15 replaced by amended claims 1 to 11."
3. [Where originally there were 14 claims and the amendments consist in cancelling some claims and in adding new claims]:  
"Claims 1 to 6 and 14 unchanged; claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added." or  
"Claims 7 to 13 cancelled; new claims 15, 16 and 17 added; all other claims unchanged."
4. [Where various kinds of amendments are made]:  
"Claims 1-10 unchanged; claims 11 to 13, 18 and 19 cancelled; claims 14, 15 and 16 replaced by amended claim 14; claim 17 subdivided into amended claims 15, 16 and 17; new claims 20 and 21 added."

### "Statement under article 19(1)" (Rule 46.4)

The amendments may be accompanied by a statement explaining the amendments and indicating any impact that such amendments might have on the description and the drawings (which cannot be amended under Article 19(1)).

The statement will be published with the international application and the amended claims.

**It must be in the language in which the international application is to be published.**

It must be brief, not exceeding 500 words if in English or if translated into English.

It should not be confused with and does not replace the letter indicating the differences between the claims as filed and as amended. It must be filed on a separate sheet and must be identified as such by a heading, preferably by using the words "Statement under Article 19(1)."

It may not contain any disparaging comments on the international search report or the relevance of citations contained in that report. Reference to citations, relevant to a given claim, contained in the international search report may be made only in connection with an amendment of that claim.

### Consequence if a demand for international preliminary examination has already been filed

If, at the time of filing any amendments under Article 19, a demand for international preliminary examination has already been submitted, the applicant must preferably, at the same time of filing the amendments with the International Bureau, also file a copy of such amendments with the International Preliminary Examining Authority (see Rule 62.2(a), first sentence).

### Consequence with regard to translation of the international application for entry into the national phase

The applicant's attention is drawn to the fact that, where upon entry into the national phase, a translation of the claims as amended under Article 19 may have to be furnished to the designated/elected Offices, instead of, or in addition to, the translation of the claims as filed.

For further details on the requirements of each designated/elected Office, see Volume II of the PCT Applicant's Guide.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PCT

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference <b>4530/JC</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. <b>PCT/FR 00/ 01853</b>	International filing date (day/month/year) <b>30/06/2000</b>	(Earliest) Priority Date (day/month/year) <b>02/07/1999</b>
Applicant  <b>INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE</b>		

This International Search Report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This International Search Report consists of a total of 3 sheets.



It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

## 1. Basis of the report

- a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.



the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

- b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing :



contained in the international application in written form.



filed together with the international application in computer readable form.



furnished subsequently to this Authority in written form.



furnished subsequently to this Authority in computer readable form.



the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.



the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (see Box II).

4. With regard to the **title**,

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

the text is approved as submitted by the applicant.



the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No.

as suggested by the applicant.



because the applicant failed to suggest a figure.



because this figure better characterizes the invention.

1



None of the figures.

**THIS PAGE BLANK** (U.S. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

CT/FR 00/01853

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G01V11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 911 652 A (WESTERN ATLAS INT INC) 28 April 1999 (1999-04-28) column 2, line 57 -column 3, line 13 column 4, line 34 -column 7, line 12 ---	1-4
A	US 5 838 634 A (HELWICK JR STERLING J ET AL) 17 November 1998 (1998-11-17) column 19, line 30 -column 21, line 30 ---	1-4
A	DEUTSCH C V ET AL: "GEOSTATISTICAL TECHNIQUES IMPROVE RESERVOIR MANAGEMENT" PETROLEUM ENGINEER INTERNATIONAL, US, HART PUBLICATIONS, vol. 69, no. 3, 1 March 1996 (1996-03-01), pages 21-22, 24-27, XP000596614 ISSN: 0164-8322 page 25, left-hand column -page 26, middle column --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 September 2000

Date of mailing of the international search report

13/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

CT/FR 00/01853

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>CARR JAMES R ET AL: "Use of geostatistics for accurate mapping of earthquake ground motion"</p> <p>GEOPHYSICAL JOURNAL, US, GORDON AND BREACH, NEW YORK, NY,</p> <p>vol. 97, 1 January 1989 (1989-01-01),</p> <p>pages 31-40, XP002097135</p> <p>ISSN: 0275-9128</p> <p>-----</p>	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

CT/FR 00/01853

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0911652 A	28-04-1999	US 5995906 A NO 984499 A	30-11-1999 06-04-1999
US 5838634 A	17-11-1998	CA 2251365 A EP 0891562 A NO 984621 A WO 9738330 A	16-10-1997 20-01-1999 04-12-1998 16-10-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PCI

## REQUÊTE

Le soussigné requiert que la présente demande internationale soit traitée conformément au Traité de coopération en matière de brevets.

Révisé à l'office récepteur	
Demande internationale n°	
Date du dépôt international	
PCT/FR 83/01 12 MAR 2001	
Nom de l'office récepteur et "Demande internationale PCT"	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire (facultatif) (12 caractères au maximum) 4530/JC	

<b>Cadre n° I TITRE DE L'INVENTION</b> METHODE POUR DEFORMER GRADUELLEMENT DES SIMULATIONS SEQUENTELLES D'UN MILIEU HETEROGENE TEL QU'UNE ZONE SOUTERRAINE	
<b>Cadre n° II DÉPOSANT</b>	
Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'État où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)  INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE 1 & 4 avenue de Bois Préau 92852 Rueil Malmaison cedex FRANCE	<input type="checkbox"/> Cette personne est aussi inventeur.  n° de téléphone 01 47 52 60 00  n° de télécopieur 01 47 52 70 03  n° de téléimprimeur
Nationalité (nom de l'État) : FRANCE	Domicile (nom de l'État) : FRANCE
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input checked="" type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
<b>Cadre n° III AUTRE(S) DÉPOSANT(S) OU (AUTRE(S)) INVENTEUR(S)</b>	
Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'État où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)  ELF EP Tour Elf 2, place de la Coupole, La Défense 6 92400 Courbevoie FRANCE	Cette personne est : <input checked="" type="checkbox"/> déposant seulement <input type="checkbox"/> déposant et inventeur <input type="checkbox"/> inventeur seulement (Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)
Nationalité (nom de l'État) : FRANCE	Domicile (nom de l'État) : FRANCE
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input checked="" type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
<input type="checkbox"/> D'autres déposants ou inventeurs sont indiqués sur une feuille annexe.	
<b>Cadre n° IV MANDATAIRE OU REPRÉSENTANT COMMUN; OU ADRESSE POUR LA CORRESPONDANCE</b>	
La personne dont l'identité est donnée ci-dessous est/a été désignée pour agir au nom du ou des déposants auprès des autorités internationales compétentes, comme: <input type="checkbox"/> mandataire <input checked="" type="checkbox"/> représentant commun	
Nom et adresse : (Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays.)  ELMALEH Alfred INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE 1 & 4, Avenue de Bois Préau 92852 RUEIL MALMAISON CEDEX FRANCE	n° de téléphone 01 47 52 62 72  n° de télécopieur 01 47 52 70 03  n° de téléimprimeur
<input type="checkbox"/> Adresse pour la correspondance : cocher cette case lorsque aucun mandataire ni représentant commun n'est/n'a été désigné et que l'espace ci-dessus est utilisé pour indiquer une adresse spéciale à laquelle la correspondance doit être envoyée.	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



<b>Suite du cadre n° III AUTRE(S) DÉPOSANT(S) OU (AUTRE(S)) INVENTEUR(S)</b>	
<i>Si aucun des sous-cadres suivants n'est utilisé, cette feuille ne doit pas être incluse dans la requête.</i>	
Nom et adresse : <i>(Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</i>  HU Lin-Ying 4 rue Louis Borthou 64140 Billere FRANCE	Cette personne est : <input type="checkbox"/> déposant seulement <input checked="" type="checkbox"/> déposant et inventeur <input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i>
Nationalité (nom de l'État) : FRANCE	Domicile (nom de l'État) : FRANCE
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input checked="" type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
Nom et adresse : <i>(Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</i>  NOETINGER Benoît 57 rue Emile Guichenné 64000 Pau FRANCE	Cette personne est : <input type="checkbox"/> déposant seulement <input checked="" type="checkbox"/> déposant et inventeur <input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i>
Nationalité (nom de l'État) : FRANCE	Domicile (nom de l'État) : FRANCE
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input checked="" type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
Nom et adresse : <i>(Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</i>  	Cette personne est : <input type="checkbox"/> déposant seulement <input type="checkbox"/> déposant et inventeur <input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i>
Nationalité (nom de l'État) :	Domicile (nom de l'État) :
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
Nom et adresse : <i>(Nom de famille suivi du prénom; pour une personne morale, désignation officielle complète. L'adresse doit comprendre le code postal et le nom du pays. Le pays de l'adresse indiquée dans ce cadre est l'Etat où le déposant a son domicile si aucun domicile n'est indiqué ci-dessous.)</i>  	Cette personne est : <input type="checkbox"/> déposant seulement <input type="checkbox"/> déposant et inventeur <input type="checkbox"/> inventeur seulement <i>(Si cette case est cochée, ne pas remplir la suite.)</i>
Nationalité (nom de l'État) :	Domicile (nom de l'État) :
Cette personne est déposant pour : <input type="checkbox"/> tous les États désignés <input type="checkbox"/> tous les États désignés sauf les États-Unis d'Amérique <input type="checkbox"/> les États-Unis d'Amérique seulement <input type="checkbox"/> les États indiqués dans le cadre supplémentaire	
<input type="checkbox"/> D'autres déposants ou inventeurs sont indiqués sur une autre feuille annexe.	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Cadre n° V DÉSIGNATION DES ÉTATS

Les désignations suivantes sont faites conformément à la règle 4.9.a) (cocher les cases appropriées; une au moins doit l'être) :

## Brevet régional

- ☐ AP Brevet ARIPO : GH Ghana, GM Gambie, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Soudan, SL Sierra Leone, SZ Swaziland, TZ République-Unie de Tanzanie, UG Ouganda, ZW Zimbabwe et tout autre État qui est un État contractant du Protocole de Harare et du PCT
- ☐ EA Brevet eurasien : AM Arménie, AZ Azerbaïdjan, BY Bélarus, KG Kirghizistan, KZ Kazakhstan, MD République de Moldova, RU Fédération de Russie, TJ Tadjikistan, TM Turkménistan et tout autre État qui est un État contractant de la Convention sur le brevet eurasien et du PCT
- ☒ EP Brevet européen : AT Autriche, BE Belgique, CH et LI Suisse et Liechtenstein, CY Chypre, DE Allemagne, DK Danemark, ES Espagne, FI Finlande, FR France, GB Royaume-Uni, GR Grèce, IE Irlande, IT Italie, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Pays-Bas, PT Portugal, SE Suède et tout autre État qui est un État contractant de la Convention sur le brevet européen et du PCT
- ☐ OA Brevet OAPI : BF Burkina Faso, BJ Bénin, CF République centrafricaine, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroun, GA Gabon, GN Guinée, GW Guinée-Bissau, ML Mali, MR Mauritanie, NE Niger, SN Sénégal, TD Tchad, TG Togo et tout autre État qui est un État membre de l'OAPI et un État contractant du PCT (si une autre forme de protection ou de traitement est souhaitée, le préciser sur la ligne pointillée) : .....

## Brevet national (si une autre forme de protection ou de traitement est souhaitée, le préciser sur la ligne pointillée) :

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> AE Émirats arabes unis                        | <input type="checkbox"/> LR Liberia                               |
| <input type="checkbox"/> AL Albanie                                    | <input type="checkbox"/> LS Lesotho                               |
| <input type="checkbox"/> AM Arménie                                    | <input type="checkbox"/> LT Lituanie                              |
| <input type="checkbox"/> AT Autriche                                   | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg                            |
| <input type="checkbox"/> AU Australie                                  | <input type="checkbox"/> LV Lettonie                              |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaïdjan                                | <input type="checkbox"/> MA Maroc                                 |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnie-Herzégovine                         | <input type="checkbox"/> MD République de Moldova                 |
| <input type="checkbox"/> BB Barbade                                    | <input type="checkbox"/> MG Madagascar                            |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarie                                   | <input type="checkbox"/> MK Ex-République yougoslave de Macédoine |
| <input type="checkbox"/> BR Brésil                                     | <input type="checkbox"/> MN Mongolie                              |
| <input type="checkbox"/> BY Bélarus                                    | <input type="checkbox"/> MW Malawi                                |
| <input type="checkbox"/> CA Canada                                     | <input type="checkbox"/> MX Mexique                               |
| <input type="checkbox"/> CH et LI Suisse et Liechtenstein              | <input checked="" type="checkbox"/> NO Norvège                    |
| <input type="checkbox"/> CN Chine                                      | <input type="checkbox"/> NZ Nouvelle-Zélande                      |
| <input type="checkbox"/> CR Costa Rica                                 | <input type="checkbox"/> PL Pologne                               |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba                                       | <input type="checkbox"/> PT Portugal                              |
| <input type="checkbox"/> CZ République tchèque                         | <input type="checkbox"/> RO Roumanie                              |
| <input type="checkbox"/> DE Allemagne                                  | <input type="checkbox"/> RU Fédération de Russie                  |
| <input type="checkbox"/> DK Danemark                                   | <input type="checkbox"/> SD Soudan                                |
| <input type="checkbox"/> DM Dominique                                  | <input type="checkbox"/> SE Suède                                 |
| <input type="checkbox"/> EE Estonie                                    | <input type="checkbox"/> SG Singapour                             |
| <input type="checkbox"/> ES Espagne                                    | <input type="checkbox"/> SI Slovénie                              |
| <input type="checkbox"/> FI Finlande                                   | <input type="checkbox"/> SK Slovaquie                             |
| <input type="checkbox"/> GB Royaume-Uni                                | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone                          |
| <input type="checkbox"/> GD Grenade                                    | <input type="checkbox"/> TJ Tadjikistan                           |
| <input type="checkbox"/> GE Géorgie                                    | <input type="checkbox"/> TM Turkménistan                          |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana                                      | <input type="checkbox"/> TR Turquie                               |
| <input type="checkbox"/> GM Gambie                                     | <input type="checkbox"/> TT Trinité-et-Tobago                     |
| <input type="checkbox"/> HR Croatie                                    | <input type="checkbox"/> TZ République-Unie de Tanzanie           |
| <input type="checkbox"/> HU Hongrie                                    | <input type="checkbox"/> UA Ukraine                               |
| <input type="checkbox"/> ID Indonésie                                  | <input type="checkbox"/> UG Ouganda                               |
| <input type="checkbox"/> IL Israël                                     | <input checked="" type="checkbox"/> US États-Unis d'Amérique      |
| <input type="checkbox"/> IN Inde                                       | <input type="checkbox"/> UZ Ouzbékistan                           |
| <input type="checkbox"/> IS Islande                                    | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam                              |
| <input type="checkbox"/> JP Japon                                      | <input type="checkbox"/> YU Yougoslavie                           |
| <input type="checkbox"/> KE Kenya                                      | <input type="checkbox"/> ZA Afrique du Sud                        |
| <input type="checkbox"/> KG Kirghizistan                               | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe                              |
| <input type="checkbox"/> KP République populaire démocratique de Corée |   |
| <input type="checkbox"/> KR République de Corée                        |   |
| <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan                                 |   |
| <input type="checkbox"/> LC Sainte-Lucie                               |   |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka                                  |   |

Cases réservées pour la désignation d'États qui sont devenus parties au PCT après la publication de la présente feuille :

- ☐ .....
- ☐ .....

**Déclaration concernant les désignations de précaution :** outre les désignations faites ci-dessus, le déposant fait aussi conformément à la règle 4.9.b) toutes les désignations qui seraient autorisées en vertu du PCT, à l'exception de toute désignation indiquée dans le cadre supplémentaire comme étant exclue de la portée de cette déclaration. Le déposant déclare que ces désignations additionnelles sont faites sous réserve de confirmation et que toute désignation qui n'est pas confirmée avant l'expiration d'un délai de 15 mois à compter de la date de priorité doit être considérée comme retirée par le déposant à l'expiration de ce délai. (La confirmation (y compris les taxes) doit parvenir à l'office récepteur dans le délai de 15 mois.)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**


Cadre n° VI REVENDEMENT DE PRIORITÉ		D'autres revendications de priorité sont indiquées dans le cadre supplémentaire.		
Date de dépôt de la demande antérieure (jour/mois/année)	Numéro de la demande antérieure	Lorsque la demande antérieure est une :		
		demande nationale : pays	demande régionale : * office régional	demande internationale : office récepteur
(1) 02 juillet 1999 (02/07/99)	99/08.605	FRANCE		
(2)				
(3)				

☒ L'office récepteur est prié de préparer et de transmettre au Bureau international une copie certifiée conforme de la ou des demandes antérieures (seulement si la demande antérieure a été déposée auprès de l'office qui, aux fins de la présente demande internationale, est l'office récepteur) indiquées ci-dessus au(x) point(s) : 99/08.605

\* Si la demande antérieure est une demande ARIPO, il est obligatoire d'indiquer dans le cadre supplémentaire au moins un pays partie à la Convention de Paris pour la protection de la propriété industrielle pour lequel cette demande antérieure a été déposée (règle 4.10.b)ii). Voir le cadre supplémentaire.

Cadre n° VII ADMINISTRATION CHARGÉE DE LA RECHERCHE INTERNATIONALE			
<b>Choix de l'administration chargée de la recherche internationale (ISA)</b> (si plusieurs administrations chargées de la recherche internationale sont compétentes pour procéder à la recherche internationale, indiquer l'administration choisie; le code à deux lettres peut être utilisé) : ISA /	<b>Demande d'utilisation des résultats d'une recherche antérieure; mention de cette recherche</b> (si une recherche antérieure a été effectuée par l'administration chargée de la recherche internationale ou demandée à cette dernière) : Date (jour/mois/année)      Numéro      Pays (ou office régional) 12 Mai 2000      FA 580327      FRANCE		

Cadre n° VIII BORDEREAU; LANGUE DE DÉPÔT	
La présente demande internationale contient le nombre de feuilles suivant :  requête : 4 description (sauf partie réservée au listage des séquences) : 13 revendications : 2 abrégé : 1 dessins : 3 partie de la description réservée au listage des séquences :  Nombre total de feuilles : 23	Le ou les éléments cochés ci-après sont joints à la présente demande internationale : 1. <input type="checkbox"/> feuille de calcul des taxes 2. <input type="checkbox"/> pouvoir distinct signé 3. <input type="checkbox"/> copie du pouvoir général; numéro de référence, le cas échéant : 4. <input type="checkbox"/> explication de l'absence d'une signature 5. <input type="checkbox"/> document(s) de priorité indiqué(s) dans le cadre n° VI au(x) point(s) : 6. <input type="checkbox"/> traduction de la demande internationale en (langue) : 7. <input type="checkbox"/> indications séparées concernant des micro-organismes ou autre matériel biologique déposés 8. <input type="checkbox"/> listage des séquences de nucléotides ou d'acides aminés sous forme déchiffrable par ordinateur 9. <input checked="" type="checkbox"/> autres éléments (préciser) : Copie rapport de recherche français
Figure des dessins qui doit accompagner l'abrégé : 1	Langue de dépôt de la demande internationale :

Cadre n° IX SIGNATURE DU DÉPOSANT OU DU MANDATAIRE	
À côté de chaque signature, indiquer le nom du signataire et, si cela n'apparaît pas clairement à la lecture de la requête, à quel titre l'intéressé signe.	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <b>INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE</b>             1 et 4 avenue de Bois-Préau            92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX            (France)         </div>	INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE   Alfred ELMALEH Chef du Département Brevets

Réservé à l'office récepteur	
1. Date effective de réception des pièces supposées constituer la demande internationale :  3. Date effective de réception, rectifiée en raison de la réception ultérieure, mais dans les délais, de documents ou de dessins complétant ce qui est supposé constituer la demande internationale :  4. Date de réception, dans les délais, des corrections demandées selon l'article 11.2) du PCT :	2. Dessins : <input type="checkbox"/> reçus :  <input type="checkbox"/> non reçus :
5. Administration chargée de la recherche internationale (si plusieurs sont compétentes) : ISA /	6. <input type="checkbox"/> Transmission de la copie de recherche différée jusqu'au paiement de la taxe de recherche.

Réservé au Bureau international	
Date de réception de l'exemplaire original par le Bureau international :	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PCT

## FEUILLE DE CALCUL DES TAXES

### Annexe de la requête

Réservé à l'office récepteur

Demande internationale n°

Timbre à date de l'office récepteur

Référence du dossier du  
déposant ou du mandataire

AFF. 4530/JC

Déposant

INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE et ELF EP

#### CALCUL DES TAXES PRESCRITES

##### 1. TAXE DE TRANSMISSION

F. 400,00 T

##### 2. TAXE DE RECHERCHE

F. 6198,79 S

Recherche internationale à effectuer par

(Si plusieurs administrations chargées de la recherche internationale sont  
compétentes en ce qui concerne la demande internationale, inscrire le nom de celle  
qui est choisie pour la recherche internationale.)

##### 3. TAXE INTERNATIONALE

Taxe de base

La demande internationale contient 23 feuilles.

30 premières feuilles

F. 2682,86 b1

x

feuilles suivantes montant additionnel

b2

Additionner les montants portés dans les cadres

b1 et b2 et inscrire le total dans le cadre B

F. 2682,86

B

Taxes de désignation

La demande internationale contient 3 désignations.

3

x

577,24

=

F. 1731,72

D

nombre de taxes de

montant de la taxe de désignation

désignation dues (maximum 8)

Additionner les montants portés dans les cadres B et D, et

inscrire le total dans le cadre I

(Les déposants de certains États ont droit à une réduction de 75 % sur la taxe  
internationale. Lorsque le déposant a (ou tous les déposants ont) droit à cette  
réduction, la somme devant figurer sous I est égale à 25 % de la somme des  
montants figurant sous B et D.)

F. 4414,58 I

F. 100,00

P

##### 4. TAXE AFFÉRENTE AU DOCUMENT DE PRIORITÉ (le cas échéant)

##### 5. TOTAL DES TAXES DUES

Additionner les montants portés dans les cadres

T, S, I et P, et inscrire le résultat dans le cadre TOTAL

F. 11113,37

TOTAL

☐ Les taxes de désignation seront payées ultérieurement.

#### MODE DE PAIEMENT

☒ autorisation de débiter un compte  
de dépôt (voir ci-dessous)

☐ chèque

☐ mandat postal

☐ traite bancaire

☐ espèces

☐ timbres fiscaux

☐ coupons

☐ autres (préciser):

#### AUTORISATION CONCERNANT UN COMPTE DE DÉPÔT (les offices récepteurs ne permettent pas tous l'utilisation de ce mode de paiement)

L'office récepteur/ ☒ est autorisé à débiter mon compte de dépôt du total des taxes indiqué ci-dessus.

☐

(cette case ne peut être cochée que si les conditions relatives aux comptes de dépôt établies par l'office  
récepteur le permettent) est autorisé à débiter mon compte de dépôt de tout montant manquant – ou à le  
créditer de tout excédent – dans le paiement du total des taxes indiqué ci-dessus.

☐

est autorisé à débiter mon compte de dépôt du montant de la taxe afférente à l'établissement du document  
de priorité et à sa transmission au Bureau international de l'OMPI.

239

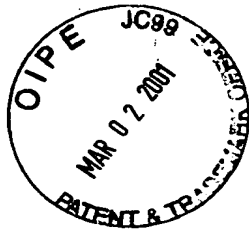
mercredi 28 juin 2000

Alfred ELMALEH

Numéro du compte de dépôt

Date (jour/mois/année)

Signature



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS  
PTO/PCT Rec'd 02 MAR 2001

PCT

AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA  
COMMUNICATION DE LA DEMANDE  
INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE  
1 & 4, avenue de Bois Préau

F-92852 Bucail Malmaison Cedex

ORIGINAL

19 JAN. 2001

DÉPARTEMENT BREVETS

Date d'expédition (jour/mois/année) 11 janvier 2001 (11.01.01)		
Référence du dossier du déposant ou du mandataire 4530/JC		AVIS IMPORTANT
Demande internationale no PCT/FR00/01853	Date du dépôt international (jour/mois/année) 30 juin 2000 (30.06.00)	
		Date de priorité (jour/mois/année) 02 juillet 1999 (02.07.99)
Déposant INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE etc		

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:
- US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:
- EP,NO

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 11 janvier 2001 (11.01.01) sous le numéro WO 01/02876

**RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)**

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la demande d'examen préliminaire international doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

**RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))**

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé J. Zahra
no de télécopieur (41-22) 740.14.35	no de téléphone (41-22) 338.83.38

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
11 janvier 2001 (11.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/02876 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: G01V 11/00

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/01853

(22) Date de dépôt international: 30 juin 2000 (30.06.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/08605 2 juillet 1999 (02.07.1999) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US): INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE [FR/FR]; 1 & 4, avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex (FR). ELF EP [FR/FR]; Tour Elf, 2, place de la Coupole, La Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): HU, Lin-Ying [FR/FR]; 4, rue Louis Borthou, F-64140 Billere (FR). NOETINGER, Benoît [FR/FR]; 57, rue Emile Guichenné, F-64000 Pau (FR).

(74) Représentant commun: INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE; 1 & 4, avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex (FR).

(81) États désignés (national): NO, US.

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

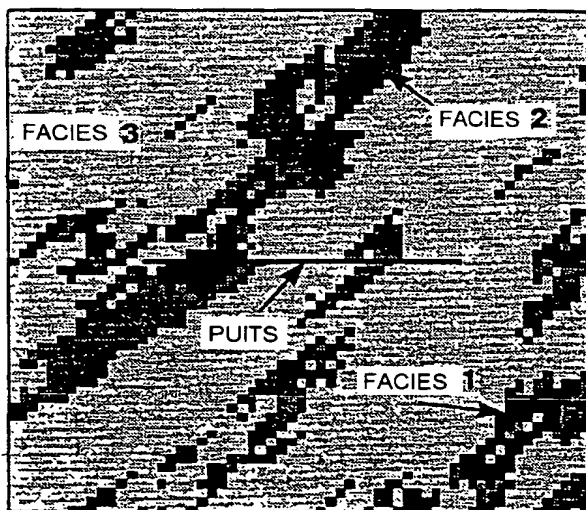
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR GRADUALLY DEFORMING SEQUENTIAL SIMULATIONS OF A HETEROGENEOUS ENVIRONMENT SUCH AS AN UNDERGROUND ZONE

(54) Titre: METHODE POUR DEFORMER GRADUELLEMENT DES SIMULATIONS SEQUENTIELLES D'UN MILIEU HETEROGENE TEL QU'UNE ZONE SOUTERRAINE



(57) Abstract: The invention concerns a method for gradually deforming representations or productions, generated by sequential simulation, of a stochastic model not necessarily Gaussian of a physical quantity  $z$  in a meshed heterogeneous environment, so as to adjust them to a set of data concerning the structure or the state of the environment collected by prior measurements and observations. It consists essentially in applying an algorithm gradually deforming a stochastic model to a Gaussian vector with  $N$  mutually independent variables, which is linked to a uniform vector with  $N$  mutually independent variables by the function of Gaussian distribution so as to define productions of the uniform vector, and in using said productions to generate representations of said physical quantity  $z$ , which is set relative to the data. The invention is useful for example to display the statistic configuration of a quantity: the permeability of an underground deposit, atmospheric pollution and others.

(57) Abrégé: Méthode pour déformer graduellement les représentations ou réalisations, générées par simulation séquentielle, d'un modèle stochastique non nécessairement gaussien d'une grandeur physique  $z$  dans un milieu hétérogène

maillé, afin de les ajuster à un ensemble de données relatives à la structure ou l'état du milieu qui sont collectées par des mesures et observations préalables. Elle comporte essentiellement l'application d'un algorithme de déformation graduelle d'un modèle stochastique à un vecteur gaussien à  $N$  variables mutuellement indépendantes, qui est relié à un vecteur uniforme à  $N$  variables uniformes mutuellement indépendantes par la fonction de répartition gaussienne de façon à définir des réalisations du vecteur uniforme, et l'utilisation de ces réalisations pour générer des représentations de cette grandeur physique  $z$ , que l'on cale par rapport aux données. Applications par exemple pour visualiser la configuration statistique d'une grandeur: la perméabilité d'un gisement souterrain, la pollution atmosphérique, etc.

WO 01/02876 A1



*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## METHODE POUR DEFORMER GRADUELLEMENT DES SIMULATIONS SEQUENTIELLES D'UN MILIEU HETEROGENE TEL QU'UNE ZONE SOUTERRAINE

5           La présente invention a pour objet une méthode pour déformer graduellement des représentations ou réalisations, générés par simulation séquentielle, d'un modèle stochastique non nécessairement gaussien d'un milieu hétérogène, en se basant sur un algorithme de déformation graduelle de modèles stochastiques gaussiens.

10           La méthode selon l'invention trouve des applications dans la modélisation de zones souterraines où il s'agit de générer des représentations montrant comment est distribuée une certaine grandeur physique dans une zone du sous-sol (la perméabilité  $z$  par exemple), qui soient compatibles au mieux avec des données observées ou mesurées : données géologiques,  
15 enregistrements sismiques, mesures obtenues dans des puits notamment mesures des variations au cours du temps de la pression et du débit de fluides issus d'un gisement etc.

### Etat de la technique

20           Par la demande de brevet FR 98/09.018, on connaît une méthode pour déformer graduellement un modèle stochastique (de type gaussien ou apparenté) d'un milieu hétérogène tel qu'une zone souterraine, contraint par une ensemble de paramètres relatifs à la structure du milieu. Cette méthode comporte le tirage d'un nombre  $p$  ( $p=2$  par exemple) de réalisations (ou représentations) indépendantes du modèle ou d'une partie au moins du modèle  
25 choisi du milieu, parmi l'ensemble de toutes les réalisations possibles et une

ou plusieurs étapes itératives de déformation graduelle du modèle en effectuant une ou plusieurs combinaisons linéaires successives de p réalisations initiales indépendantes entre elles puis des réalisations composites successivement obtenues éventuellement avec de nouveaux tirages, etc., les  
5 coefficients de cette combinaison étant tels que la somme de leurs carrés est égale à 1.

Les modèles gaussiens ou apparentés conviennent pour modéliser des champs de grandeurs continues et, de ce fait, sont mal adaptés à la modélisation de zones traversées par des réseaux de fractures ou des systèmes  
10 de chenaux, par exemple.

On connaît par ailleurs les algorithmes dits de simulation séquentielle, les plus largement utilisés parmi les algorithmes de simulation géostatistique. Bien qu'ils conviennent particulièrement pour la simulation des modèles gaussiens, il n'impliquent pas en principe une limitation à ce type de modèle.

15 On forme une représentation géostatistique d'une zone souterraine par exemple en la subdivisant par un réseau à N mailles et en déterminant un vecteur aléatoire à N dimensions  $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$  correspondant au mieux à des mesures ou observations obtenues sur la zone. Comme le montre par exemple Johnson, M.E. ; in « Multivariate Statistical Simulation » ; Wiley &  
20 Sons, New York, 1987, cette approche réduit le problème de la création d'un vecteur à N dimensions à une série de N problèmes mono-dimensionnels. Un tel vecteur aléatoire n'est ni nécessairement multi-gaussien ni stationnaire. La simulation séquentielle de Z implique d'abord la définition d'un ordre selon lequel les N éléments  $(Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$  du vecteur Z sont générés l'un après  
25 l'autre. Sans rien perdre de généralité, on suppose que les N éléments de Z

sont générés en séquence depuis  $Z_1$  jusqu'à  $Z_N$ . Pour tirer une valeur de chaque élément  $Z_i$ , ( $i = 1, \dots, N$ ), il faut réaliser les opérations suivantes :

a) construire la distribution de  $Z_i$  conditionnée par  $(Z_1, Z_2, \dots, Z_{i-1})$

$$F_c(z_i) = P(Z_i \leq z_i / Z_1, Z_2, \dots, Z_{i-1}) ; \text{ et}$$

5        b) tirer une valeur de  $Z_i$  de la distribution  $F_c(z_i)$ .

Dans la pratique de la géostatistique, la simulation séquentielle est utilisée fréquemment pour engendrer des vecteurs multi-gaussiens et des vecteurs d'indicateur non-gaussiens. La tâche principale de la simulation séquentielle est la détermination des distributions conditionnelles  $F_c(z_i)$  ( $i = 1,$   
10    ...,  $N$ ). Des algorithmes et logiciels pour estimer ces distributions sont décrits par exemple dans :

- Deutsch, C.V. et al, « GSLIB (Geostatistical Software Library) and User's Guide » ; Oxford University Press, New York, Oxford 1992.

En ce qui concerne le tirage des valeurs à partir de la distribution  $F_c(z_i)$ ,  
15    il existe aussi un vaste ensemble d'algorithmes connus.

On considère la méthode de distribution inverse par laquelle on obtient une réalisation de  $Z_i$ :  $z_i = F_c^{-1}(u_i)$ , où  $u_i$  est tiré d'une distribution uniforme entre 0 et 1. Il s'ensuit qu'une réalisation du vecteur  $Z$  correspond à une réalisation du vecteur  $U$  dont les éléments  $U_1, U_2, \dots, U_N$ , sont mutuellement  
20    indépendants et uniformément distribués entre 0 et 1.

On s'aperçoit qu'une simulation séquentielle est une opération  $S$  qui transforme un vecteur uniforme  $U = (U_1, U_2, \dots, U_N)$  en un vecteur structuré  $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$  :

$$Z = S(U) \quad (1)$$

Le problème que représente la contrainte d'un vecteur  $Z$  à différents types de données peut être résolu en contraignant les distributions conditionnelles  $F_c(z_i)$  ( $i = 1, \dots, N$ ) et/ou le vecteur uniforme  $U = (U_1, U_2, \dots, U_N)$ .

Des travaux récents sur l'algorithme séquentiel ont été concentrés sur l'amélioration de l'estimation des distributions conditionnelles  $F_c(z_i)$  par intégration de données géologiques et de données sismiques.

On peut citer par exemple le papier de Zhu, H. et al ; « Formatting and Integrating Soft Data : Stochastic Imaging via the Markov-Bayes Algorithm » in Soares, A., Ed. Geostatistics Troia 92, vol.1 : Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands, p.1-12, 1993.

Cependant, cette approche ne peut être étendue à l'intégration de données non linéaires comme les pressions issues des tests de puits et les historiques de production, sauf à imposer une sévère linéarisation. En outre, comme toute combinaison de vecteurs uniformes  $U$  ne donne pas un vecteur uniforme, la méthode de déformation graduelle d'un modèle stochastique développée dans le brevet déjà cité, ne peut être directement appliquée dans le cadre de la technique séquentielle rappelée ci-dessus.

Aussi, la méthode selon l'invention permet de rendre compatible les deux approches i.e. d'étendre le formalisme développé dans le brevet précédemment cité, à la déformation graduelle de réalisations, générées par simulation séquentielle, d'un modèle stochastique non nécessairement gaussien.



### Définition de la méthode

La méthode permet de déformer graduellement une représentation ou réalisation, générée par simulation séquentielle, d'un modèle stochastique non nécessairement gaussien d'une grandeur physique  $z$  dans un milieu hétérogène tel qu'une zone souterraine, afin de la contraindre à un ensemble de données collectées dans le milieu par des mesures et observations préalables, relatives à son état ou sa structure.

Elle est caractérisée en ce qu'elle comporte l'application d'un algorithme de déformation graduelle d'un modèle stochastique à un vecteur gaussien ( $Y$ ) ayant un nombre  $N$  de variables mutuellement indépendantes qui est relié à un vecteur uniforme ( $U$ ) à  $N$  variables uniformes mutuellement indépendantes par une fonction de répartition gaussienne ( $G$ ), de façon à définir une chaîne de réalisations  $u(t)$  du vecteur ( $U$ ), et l'utilisation de ces réalisations  $u(t)$  pour générer des réalisations  $z(t)$  de cette grandeur physique que l'on cale par rapport aux données (non linéaires).

Suivant un premier mode de mise en œuvre, on définit la chaîne de réalisations  $u(t)$  du vecteur uniforme ( $U$ ) à partir d'une combinaison linéaire de réalisations d'un vecteur gaussien ( $Y$ ) dont les coefficients de combinaison sont tels que la somme de leurs carrés est égale à l'unité.

Suivant un autre mode de mise en œuvre, on réalise une déformation graduelle d'un nombre  $n$  de parties du modèle représentatif du milieu hétérogène tout en préservant la continuité entre ces  $n$  parties du modèle, par une subdivision du vecteur uniforme ( $U$ ) en un nombre  $n$  de sous-vecteurs mutuellement indépendants.

D'autres caractéristiques et avantages de la méthode selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un exemple non limitatif de réalisation, en se référant aux dessins annexés où :

- 5     - la Fig.1 montre la couche médiane d'une réalisation d'un modèle de faciès servant de référence, générée par simulation séquentielle d'indicatrices ;
- la Fig.2 montre la variation en fonction du temps de la pression obtenue dans un test de puits du modèle de référence ;
- les Fig.3A à 3E montrent respectivement cinq réalisations initiales de la couche médiane d'une zone réservoir, contraintes seulement par les faciès le  
10     long du puit ;
- les Fig. 4A à 4E montrent respectivement pour ces cinq réalisations, les courbes des pressions au puits dans le modèle de référence comparées à celles correspondant aux modèles initiaux ;
- les Fig.5A à 5E montrent respectivement cinq réalisations de la couche  
15     médiane du modèle de faciès conditionnées aux faciès le long du puits et calées par rapport à la courbe de pression obtenue par test de puits ;
- les Fig. 6A à 6E montrent respectivement pour les cinq réalisations, les courbes des pressions au puits dans le modèle de référence comparées à celles correspondant aux modèles calés ;
- 20     - les Fig.7A à 7E montrent respectivement comment les fonctions objectif correspondant respectivement à ces cinq exemples, varient avec le nombre d'itérations ;

- les Fig. 8A à 8E montrent les déformations graduelles opérées par un changement de coefficient d'anisotropie, sur un modèle à trois faciès généré par simulation séquentielle d'indicatrices; et
- les Fig. 9A à 9E montrent les déformations graduelles locales d'un modèle à trois faciès, générées par simulation séquentielle d'indicatrices.

### Description détaillée de la méthode

On considère une zone d'étude que l'on subdivise par une grille à N mailles et l'on cherche à construire des réalisations ou représentations d'un modèle stochastique d'une certaine grandeur physique  $z$  représentant par exemple la perméabilité des formations dans la zone. Le modèle recherché doit s'ajuster à des données obtenues par des mesures ou observations en un certain nombre de points, et notamment à des données non linéaires.

Le calage d'un modèle stochastique à des données non linéaires peut être formulée comme un problème d'optimisation. On désigne par  $f^{obs} = (f_1^{obs}, f_2^{obs}, f_3^{obs} \dots f_p^{obs})$ , le vecteur des données non linéaires observées ou mesurées dans le milieu étudié (la zone réservoir), et par  $f = (f_1, f_2, f_3, \dots, f_p)$ , le vecteur correspondant des réponses du modèle stochastique de la perméabilité  $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$ . Le problème de contraindre le modèle stochastique  $Z$  par les observations consiste à générer une réalisation  $z$  de  $Z$  qui réduit à une valeur assez faible une fonction objectif que l'on définit comme la somme des erreurs quadratiques pondérées des réponses du modèle par rapport aux observations ou mesures dans la zone-réservoir, soit :

$$O = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p \omega_i (f_i - f_i^{obs})^2$$

où  $\omega_i$  représente le poids attribué à la réponse  $f_i$ . Les fonctions  $f_i$  ( $i=1, 2, \dots, p$ ) ainsi que la fonction objectif  $O$  sont des fonctions du vecteur  $Z$ . On se trouve devant un problème d'optimisation de dimension  $N$ .

Pour étendre le formalisme développé dans le brevet déjà cité, à la  
 5 déformation graduelle de réalisations générées par simulation séquentielle non nécessairement gaussienne, on va partir d'un vecteur gaussien à  $N$  variables  $Y_i$  avec  $i = 1, 2, \dots, N$ , mutuellement indépendantes, de moyenne nulle et de variance égale à l'unité, et on va définir  $N$  variables uniformes mutuellement indépendantes  $U_1, U_2, U_3, \dots, U_N$  par :

$$10 \quad U_i = G(Y_i) \quad \forall i = 1, 2, \dots, N$$

où  $G$  désigne la fonction de répartition gaussienne standardisée.

Ceci posé, on va appliquer l'algorithme de déformation graduelle développé dans un cadre gaussien, au vecteur gaussien  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_N)$ , pour construire une chaîne continue de réalisations du vecteur uniforme  $U =$   
 15  $(U_1, U_2, \dots, U_N)$ . Etant donné deux réalisations indépendantes  $y_a$  et  $y_b$  de  $Y$ , on définit la chaîne de réalisations  $u(t)$  du vecteur  $U$  que l'on obtient selon la relation :

$$u(t) = G(y_a \cos t + y_b \sin t) \quad (2)$$

Pour chaque  $t$ ,  $u(t)$  est une réalisation du vecteur  $U$ . Ensuite, par  
 20 échantillonnage de la distribution conditionnelle  $F_c(z_i)$  ( $i=1, 2, \dots, N$ ) en utilisant les éléments du vecteur  $u(t)$ , on obtient un vecteur  $z(t)$  qui est, pour chaque  $t$ , une réalisation du vecteur aléatoire  $Z$ . En conséquence, on peut ajuster le paramètre  $t$  comme dans le cas gaussien de façon à caler  $z(t)$  à des

données non linéaires. Cette procédure est itérée jusqu'à atteindre un calage satisfaisant.

### **Calage d'un modèle de faciès à des données de pression obtenues par des tests de puits**

- 5 Pour illustrer l'application de la méthode d'optimisation stochastique ci-dessus définie, on va chercher à caler un modèle stochastique de réservoir à des données de pressions obtenues par des tests de puits. La construction du modèle de réservoir est dérivée d'une formation pétrolière réelle qui comporte trois types de faciès : deux faciès réservoir de bonne qualité (faciès 1 et 2) et  
10 un type de faciès réservoir de très mauvaise qualité (faciès 3). La table 1 définit les propriétés pétrophysiques des trois faciès :

	$K_x(md)$	$K_y(md)$	$K_z(md)$	$\Phi(\%)$	$c_i(10^{-5} bar^{-1})$
faciès 1	10.	10.	10.	17	2.1857
faciès 2	1.	1.	1.	14	2.0003
faciès 3	0.1	0.1	0.001	9	1.8148

- Pour représenter la distribution spécifique de faciès de la formation pétrolifère, on génère d'abord une réalisation binaire pour représenter le faciès  
15 3 et son complément. Ensuite, dans la partie complémentaire du faciès 3, on génère une autre réalisation binaire indépendante de la première pour représenter les faciès 1 et 2. La formation est discrétisée par un maillage régulier de 60x59x15 blocs de taille 15mx15mx1.5m. Un modèle de variogramme exponentiel est utilisé pour estimer les distributions

conditionnelles. La direction d'anisotropie principale est diagonale par rapport au maillage. Les portées du variogramme du faciès 3 selon les trois directions d'anisotropie sont respectivement de 300m, 80m et 3m. Les portées du variogramme des faciès 1 et 2 selon les trois directions d'anisotropie sont respectivement de 150m, 40m et 1.5m. Les proportions des faciès 1, 2, 3 sont respectivement de 6%, 16% et 78%.

On a réalisé un test de puits au moyen d'un simulateur de test de puits à différences finies, de la manière décrite par :

- Blanc, G. et al : « Building Geostatistical Models Constrained by Dynamic Data - A Posteriori Constraints » in SPE 35478, Proc. NPF/SPE European 3D Reservoir Modelling Conference, Stavenger, Norway, 1996.

On voit sur la Fig.1 la couche médiane d'une réalisation qui sert de modèle de référence pour cette validation. La section du puits qui a été perforée traverse horizontalement la couche médiane du modèle de réservoir le long de l'axe x. Le diamètre du puits est de 7.85cm, la capacité du puits est nulle et les facteurs pariétaux (skin) des faciès 1, 2 et 3 sont respectivement 0, 3 et 50. Le test de puits synthétique dure 240 jours avec un débit constant de 5 m3/jour de façon à investiguer presque la totalité du champ pétrolifère. La Fig.2 montre la variation de pression en fonction du temps.

Le but était de construire des réalisations du modèle de faciès contraint par les faciès rencontrés le long du puits et par la courbe de pression obtenue lors du test de puits. La fonction objective est définie comme la somme des différences quadratiques entre les réponses en pression du modèle de référence et les réponses en pression de la réalisation. Du fait que le comportement dynamique du modèle de réservoir est principalement contrôlé par le contraste

entre les faciès réservoir de bonne et de mauvaise qualités, la réalisation binaire utilisée pour générer les faciès 1 et 2 a été fixée d'abord et seule la réalisation binaire utilisée pour générer le faciès 3 a été déformée pour le calage des données de pression.

5 Les réponses en pression résultant des tests de puits pour les cinq réalisations des Fig.3A à 3E, sont différentes de celle du modèle de référence, comme le montrent les Fig. 4A à 4E. Partant respectivement de ces 5 réalisations indépendantes, en utilisant la méthode de calage itératif ci-dessus, on obtient après quelques itérations, cinq réalisations calées (Fig. 5A à 5E)  
10 pour lesquelles les courbes de pression correspondantes sont tout à fait en accord avec celles du modèle de référence, comme le montrent les Fig.6A à 6E.

### **Déformation graduelle par rapport aux paramètres structuraux**

Dans de nombreux cas, on ne dispose pas de données suffisantes pour  
15 en déduire les paramètres structuraux du modèle stochastique : moyenne, variance, fonction de covariance, etc. Ces paramètres structuraux sont souvent donnés en termes d'intervalles ou de distributions a priori. Si leurs valeurs sont fausses, il est vain de rechercher une réalisation calée sur des données non linéaires. Aussi, il est essentiel pour les applications de pouvoir procéder à une  
20 déformation graduelle d'une réalisation avec modification simultanée de nombres aléatoires et des paramètres structuraux. L'algorithme de simulation séquentielle définie par l'équation (1) fournit cette possibilité de changer simultanément ou séparément l'opérateur structurel S et le vecteur uniforme U. Les Fig.8A-8E montrent les déformations graduelles que l'on obtient pour une  
25 réalisation fixe du vecteur uniforme U quand on change le coefficient d'anisotropie.

### Déformation graduelle locale ou régionalisée

Quand les observations sont réparties sur des zones différentes d'une formation étudiée, un calage qui utiliserait une déformation globale risquerait d'être inefficace car l'amélioration de l'accord que l'on obtiendrait sur une zone pourrait le détériorer sur une autre zone. Il est donc bien préférable d'appliquer des déformations graduelles zone par zone. On considère une subdivision du vecteur  $U$  en un certain nombre  $n$  de sous-vecteurs  $U^1, U^2, \dots, U^n$  mutuellement indépendants ce qui rend possible de réaliser individuellement leur déformation graduelle. En appliquant séparément à chacun des sous-vecteurs  $U^1, U^2, \dots, U^n$ , l'algorithme de déformation graduelle, on obtient une fonction de dimension  $n$ , du vecteur uniforme  $U$  :

$$U(t_1, t_2, \dots, t_n) = \begin{bmatrix} U^1(t_1) \\ U^2(t_2) \\ \vdots \\ U^n(t_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G(Y_a^1 \cos t_1 + Y_b^1 \sin t_1) \\ G(Y_a^2 \cos t_2 + Y_b^2 \sin t_2) \\ \vdots \\ G(Y_a^n \cos t_n + Y_b^n \sin t_n) \end{bmatrix}$$

où  $Y_a^i$  et  $Y_b^i$  pour tout  $i = 1, 2, \dots, n$ , sont des sous-vecteurs gaussiens indépendants. Pour un ensemble de réalisations de  $Y_a^i$  et  $Y_b^i$ , on résout un problème d'optimisation de  $n$  paramètres  $t_1, t_2, \dots, t_n$  pour obtenir une réalisation qui améliore, sinon maintient, le calage des données. Cette procédure peut être itérée jusqu'à atteindre un calage satisfaisant.

En réalisant des déformations locales graduelles, on améliore de façon significative la vitesse de calage dans tous les cas où les mesures ou observations sont réparties dans différentes zones du milieu.



On voit bien l'effet de cette déformation locale graduelle sur le modèle à trois faciès, des Fig. 9A à 9E où seule la partie inférieure gauche délimitée est affectée.

La méthode selon l'invention peut être facilement généralisée à la  
5 déformation graduelle d'une représentation ou réalisation d'un modèle stochastique quelconque, car générer une réalisation d'un tel modèle stochastique se ramène toujours à la génération des nombres uniformes.

## REVENDEICATIONS

1) Méthode pour déformer graduellement une représentation ou réalisation, générée par simulation séquentielle, d'un modèle stochastique non nécessairement gaussien d'une grandeur physique  $z$  dans un milieu hétérogène tel qu'une zone souterraine, afin de la contraindre à un ensemble de données collectées dans le milieu par des mesures et observations préalables, relatives à son état ou sa structure, caractérisée en ce qu'elle comporte l'application d'un algorithme de déformation graduelle d'un modèle stochastique à un vecteur gaussien ( $Y$ ) à  $N$  variables mutuellement indépendantes qui est relié à un vecteur uniforme  $U$  à  $N$  variables uniformes mutuellement indépendantes par une fonction de répartition gaussienne ( $G$ ), de façon à construire une chaîne de réalisations  $u(t)$  du vecteur  $U$ , et l'utilisation de ces réalisations  $u(t)$  pour générer des réalisations  $z(t)$  de cette grandeur physique, que l'on cale par rapport aux données.

2) Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on définit une chaîne de réalisations  $u(t)$  du vecteur ( $U$ ) à partir d'une combinaison linéaire de réalisations du vecteur gaussien ( $Y$ ) dont les coefficients de combinaison sont tels que la somme de leurs carrés est égale à l'unité.

3) Méthode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte une déformation graduelle du modèle représentatif du milieu hétérogène, simultanément par rapport aux paramètres structuraux et aux nombres aléatoires.

4) Méthode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte une déformation graduelle séparée d'un nombre  $n$  de parties du

modèle représentatif du milieu hétérogène tout en préservant la continuité entre ces  $n$  parties du modèle, par une subdivision du vecteur uniforme en  $n$  sous-vecteurs mutuellement indépendants.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/3

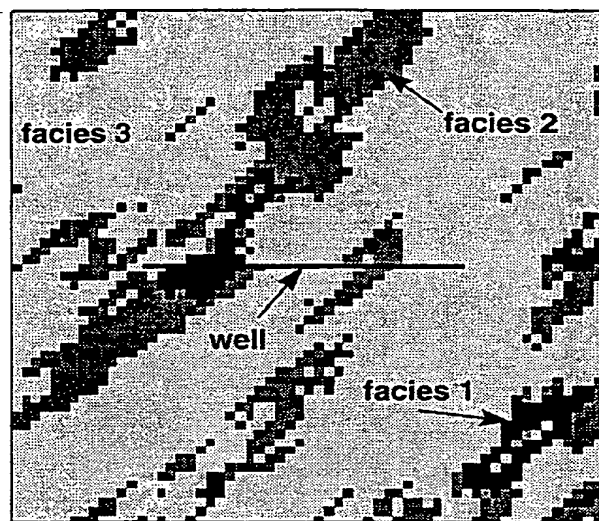


Fig. 1

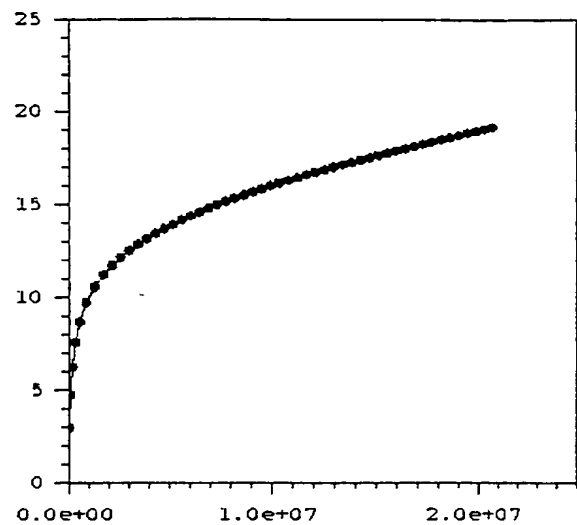


Fig. 2



Fig.3A



Fig.3B



Fig.3C



Fig.3D

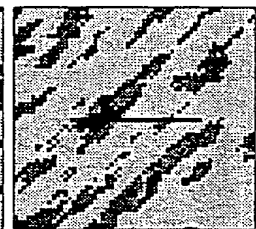


Fig.3E

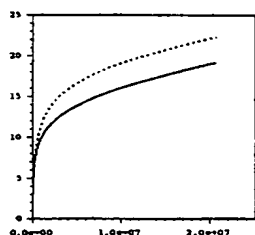


Fig.4A

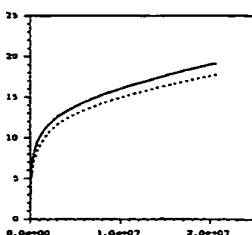


Fig.4B

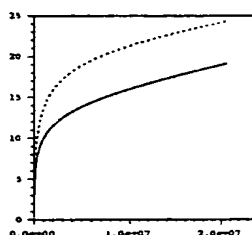


Fig.4C

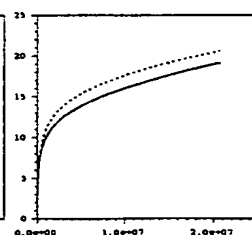


Fig.4D

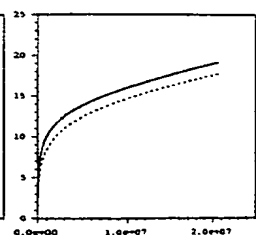


Fig.4E

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

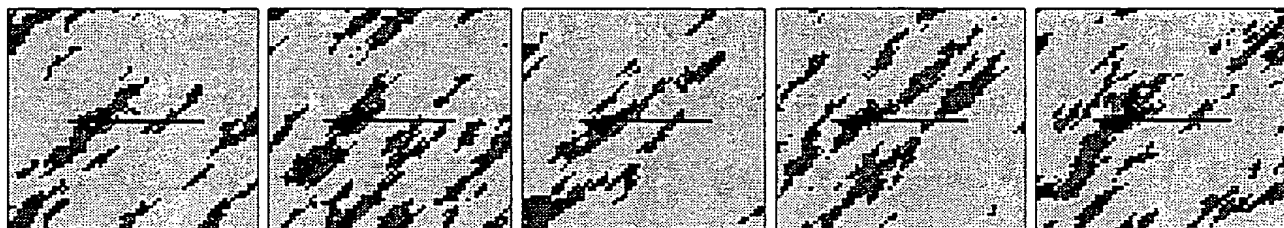


Fig.5A

Fig.5B

Fig.5C

Fig.5D

Fig.5E

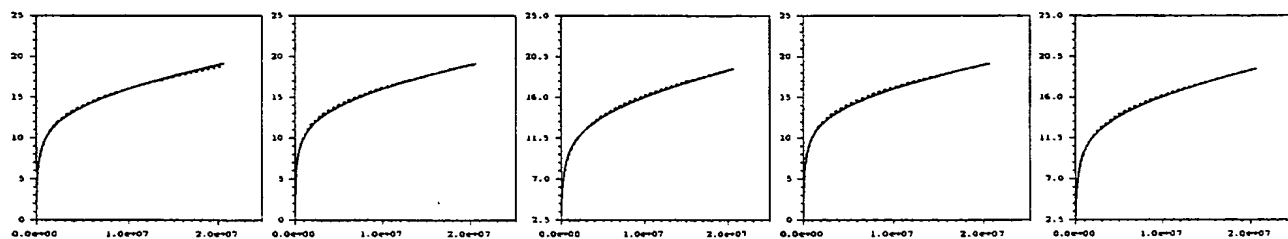


Fig.6A

Fig.6B

Fig.6C

Fig.6D

Fig.6E

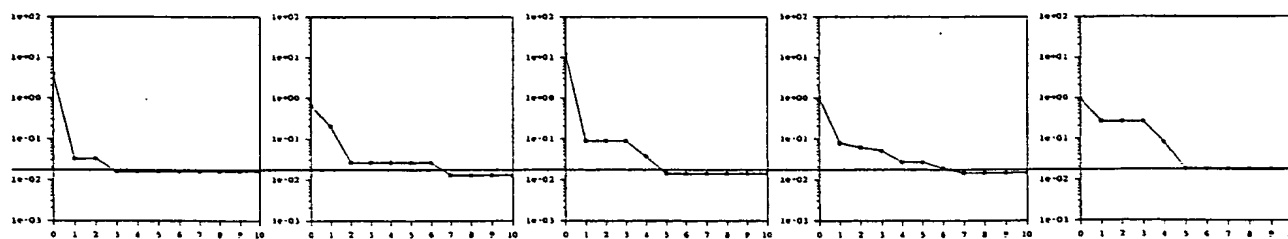


Fig.7A

Fig.7B

Fig.7C

Fig.7D

Fig.7E

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



3/3

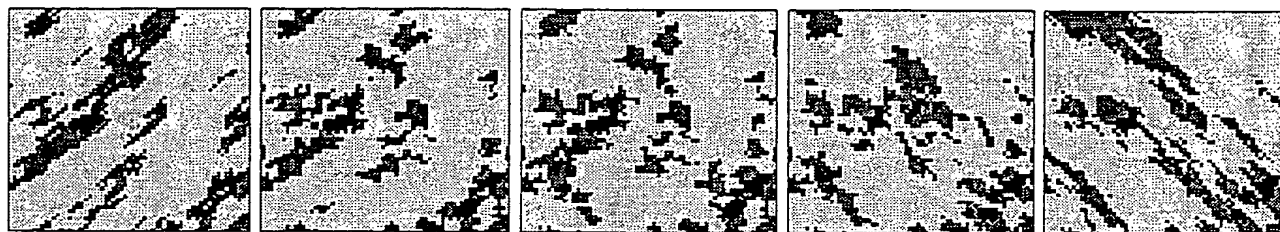


Fig.8A

Fig.8B

Fig.8C

Fig.8D

Fig.8E

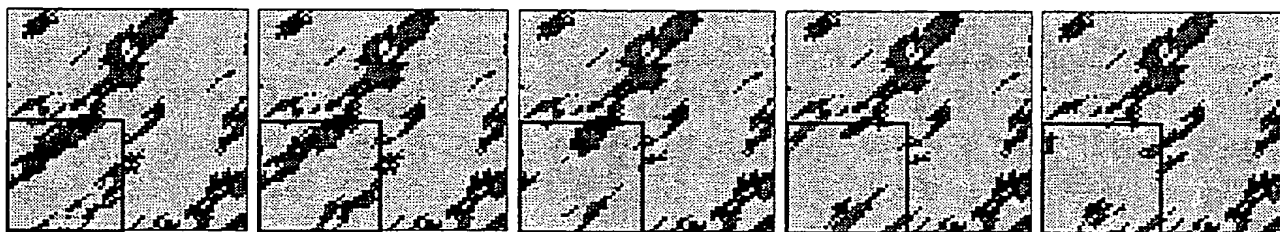


Fig.9A

Fig.9B

Fig.9C

Fig.9D

Fig.9E

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01853

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01V11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 911 652 A (WESTERN ATLAS INT INC) 28 April 1999 (1999-04-28) column 2, line 57 -column 3, line 13 column 4, line 34 -column 7, line 12 ---	1-4
A	US 5 838 634 A (HELWICK JR STERLING J ET AL) 17 November 1998 (1998-11-17) column 19, line 30 -column 21, line 30 ---	1-4
A	DEUTSCH C V ET AL: "GEOSTATISTICAL TECHNIQUES IMPROVE RESERVOIR MANAGEMENT" PETROLEUM ENGINEER INTERNATIONAL, US, HART PUBLICATIONS, vol. 69, no. 3, 1 March 1996 (1996-03-01), pages 21-22, 24-27, XP000596614 ISSN: 0164-8322 page 25, left-hand column -page 26, middle column --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 September 2000

Date of mailing of the international search report

13/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Patent Application No  
PCT/FR 00/01853

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>CARR JAMES R ET AL: "Use of geostatistics for accurate mapping of earthquake ground motion" GEOPHYSICAL JOURNAL, US, GORDON AND BREACH, NEW YORK, NY, vol. 97, 1 January 1989 (1989-01-01), pages 31-40, XP002097135 ISSN: 0275-9128</p> <p>-----</p>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/01853

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0911652 A	28-04-1999	US 5995906 A NO 984499 A	30-11-1999 06-04-1999
US 5838634 A	17-11-1998	CA 2251365 A EP 0891562 A NO 984621 A WO 9738330 A	16-10-1997 20-01-1999 04-12-1998 16-10-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR 00/01853

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> <div style="text-align: center;">IPC 7    G01V11/00</div> <p style="font-size: small;">Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> <p style="font-size: small;">Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)</p> <div style="text-align: center;">IPC 7    G01V</div> <p style="font-size: small;">Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p> <p style="font-size: small;">Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)</p> <div style="text-align: center;">WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, EPO-Internal</div>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	n° des revendications visées
A	EP 0 911 652 A (WESTERN ATLAS INT INC) 28 avril 1999 (28-04-1999) colone 2, ligne 57 –colone 3, ligne 13 colone 4, ligne 34 –colone 7, ligne 12	1-4
A	US 5 838 634 A (HĒLWICK JR STERLING J ET AL) 17 novembre 1998 (17-11-1998) colone 19, ligne 30 –colone 21, ligne 30	1-4
A	DEUTSCH C V ET AL: "GEOSTATISTICAL TECHNIQUES IMPROVE RESERVOIR MANAGEMENT" PETROLEUM ENGINEER INTERNATIONAL, US, HART PUBLICATIONS, vol. 69, no. 3, 1 mars 1996 (01-03-1996), pages 21-22, 24-27, XP000596614 ISSN: 0164-8322 Page 25, colone de gauche -page 26, colone du milieu <div style="text-align: center;">---</div>	1-4
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe.</span> </div> <div style="display: flex; font-size: small;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités :</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, n'étant pas considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais après la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour permettre de comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche a été effectivement achevée <div style="text-align: center;">6 septembre 2000</div>		Date d'expédition du rapport de recherche <div style="text-align: center;">13/09/2000</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale <div style="text-align: center;">E.P.O.</div>		Fonctionnaire autorisé
n° de télécopieur		n° de téléphone

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Requête internationale n°

PCT/FR 00/01853

C (suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	n° des revendications visées
A	<p>CARR JAMES R ET AL: "Use of geostatistics for accurate mapping of earthquake ground motion"</p> <p>GEOPHYSICAL JOURNAL,US.GORDON AND BREACH, NEW YORK, NY,</p> <p>vol. 97, 1 janvier 1989 (01-01-1989) ,</p> <p>pages 31-40, XP002097135</p> <p>ISSN: 0275-9128</p> <p>-----</p>	



**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/01853

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0911652 A	28-04-1999	US 5995906 A	30-11-1999
		NO 984499 A	06-04-1999
US 5838634 A	17-11-1998	CA 2251365 A	16-10-1997
		EP 0891562 A	20-01-1999
		NO 984621 A	04-12-1998
		WO 9738330 A	16-10-1997

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**